

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
  - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - FADED TEXT
  - ILLEGIBLE TEXT
  - SKEWED/SLANTED IMAGES
  - COLORED PHOTOS
  - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
  - GRAY SCALE DOCUMENTS
- 

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

---

DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI  
(c)1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

WPI Acc No: 75-N2573W/197550

Position detector for source of strain waves - employs piezoelectric transducer network with counter and computer

Patent Assignee: COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (COMS )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
<b>FR 2262303</b>	A	19751024					197550 B

Priority Applications (No Type Date): FR 746207 A 19740222

Abstract (Basic): FR 2262303 A

The simultaneous location of the sources of emission of strain waves is used for test and surveillance of large structures such as in nuclear reactors. A number of piezo electric transducers (28) are arranged in a mesh of diamond shapes over the surface area. Signals from the transducers are amplified (46) in a circuit which can be switched to cause the transducer to transmit. A high pass filter (48) situated at a distance from the output of the amplifier is connected to a discriminator (50) with a low pass circuit (56) providing an average valve noise threshold signal. The discriminator outputs are then processed by logic circuits for application to counting circuits and to a computer memory to determine source of an emission.

Title Terms: POSITION; DETECT; SOURCE; STRAIN; WAVE; EMPLOY; PIEZOELECTRIC;

TRANSDUCER; NETWORK; COUNTER; COMPUTER

Derwent Class: S03

International Patent Class (Additional): G01N-029/04; G21C-017/10

File Segment: EPI

?

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 262 303**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 74 06207**

(54) Dispositif multicateurs de localisation simultanée de source d'émission d'ondes de contrainte.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). G 01 N 29/04; G 21 C 17/10.

(22) Date de dépôt ..... 22 février 1974, à 16 h 26 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 38 du 19-8-1975.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, résidant en France.

(72) Invention de : Nicole Chrétien et Jean Monier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Société Brevatome.

La présente invention concerne un dispositif multiplificateur pour la localisation simultanée de sources d'émission d'ondes de contrainte. Ce dispositif s'applique notamment au test et à la surveillance des structures de grandes dimensions, des cuves de réacteur nucléaire par exemple.

L'onde de contrainte engendrée spontanément par une source ou une zone d'instabilité dans une structure sollicitée par une contrainte mécanique ou thermique rayonne dans toutes les directions. Cette libération discontinue d'énergie sous forme d'un train d'ondes mécaniques se produit au moment d'un changement brutal irréversible de la structure physique du matériau. La réception par des capteurs appropriés de l'émission acoustique est un moyen d'accéder à la connaissance du mécanisme qui induit cette libération d'énergie. Cette réception permet d'autre part de contrôler des parois métalliques sous pression pour déterminer les points où les contraintes sont les plus fortes et où il se produit des émissions d'ondes acoustiques associées. La détection des ondes de contrainte permet ainsi la surveillance et la localisation des défauts d'un matériau donné.

Les structures étudiées sont assimilables ou non à des surfaces développables par exemple cylindres, sphères, ou plus généralement une combinaison des deux, telle qu'un cylindre terminé par des demi-sphères. L'épaisseur de ces structures est faible, aussi les calculs de distances parcourues à partir de la source émissive ne tiennent pas compte de cette épaisseur.

Un événement source d'ondes de contrainte est constitué par exemple par le front d'une fissure qui a tendance à se propager sous l'effet d'une contrainte extérieure appliqué au matériau.

L'origine de l'instabilité énergétique est considérée comme un point à partir duquel une onde vibratoire sphérique se développe en perdant de l'énergie proportionnellement à  $1/d^2$ ,  $d$  étant la distance parcourue. Les limites géométriques de la structure influencent rapidement cette propagation. Lorsque l'onde atteint une surface libre, un changement de mode de propagation se produit. Dans les structures épaisses, il se crée des ondes de surface dites de Rayleigh et dans les tôles minces

des ondes de plaque dites de Lamb. Pour ces deux modes de propagation, l'énergie transmise varie comme  $1/d$ . Lorsque le détecteur est éloigné de la source, on considère que l'énergie qui lui est apportée par l'onde de contrainte, a voyagé, sur la distance totale source-capteur mesurée en surface, sous la forme d'ondes de Rayleigh: l'épaisseur des pièces à contrôler interdit en général la propagation d'ondes de Lamb. La localisation d'une source émissive nécessite un traitement particulier des informations provenant d'au moins trois capteurs pris deux à deux. L'atténuation de l'énergie émise par une source apporte une limitation physique à l'étendue de la zone de détection de chaque capteur. En conséquence, la surveillance d'une structure de grande dimension impose l'utilisation de nombreux capteurs associés en un réseau de mailles élémentaires. Un système multi-capteur englobe toute l'instrumentation indispensable à la perception, à la totalisation et à la localisation de toutes les sources émissives de la structure. Un système de localisation décrit dans le brevet du Commissariat à l'Energie Atomique n° EN 71 44397 fait appel à des techniques de triangulation hyperbolique. Le brevet EN 71 44397 utilisant un dispositif avec trois capteurs au moins permet par triangulation hyperbolique et calculateur associé de localiser la source émettant un train d'ondes. Compte tenu de l'atténuation de la propagation d'une onde dans les matériaux, les dimensions de la maille sont fonction de la précision demandée et en général comprises entre 1 et 4 mètres. Si l'on désire utiliser un certain nombre de capteurs disposés suivant un réseau bidimensionnel, il faut traiter les signaux provenant de différentes sources d'émission acoustique par un système associant les informations, tel que décrits dans le brevet EN 71 44397 ou EN 73 42829. Ce travail fort complexe entraîne de grosses difficultés de calcul et doit se faire en temps réel pour pouvoir interpréter immédiatement les informations. Pour éviter des calculs de programmes difficilement réalisables en temps réel, notamment en ce qui concerne la détermination du point d'intersection des couples de branches d'hyperboles correspondant aux deux intervalles de temps reçu sur trois capteurs, un mode de localisation faisant appel à l'association en diagonale de capteurs a été développé. On

utilise alors deux couples de capteurs (1,3 et 2,4) placés au sommet d'un carré, d'un losange ou comme dans le brevet n° EN 73 42829, d'un pseudo-losange. Les couples de capteurs 1-3 et 2-4 correspondent pour chaque couple à des capteurs situés sur les sommets opposés du quadrilatère, on mesure les valeurs  $\Delta t_{1,3}$  et  $\Delta t_{2,4}$ ,  $\Delta t_{ij}$  représentant l'intervalle de temps séparant l'arrivée des trains d'onde sur le capteur i et le capteur j. Ces deux valeurs du temps définissent, connaissant les deux capteurs prioritaires, deux branches d'hyperboles. La localisation rigoureuse de la source étant un problème complexe puisqu'elle correspond à la résolution d'un système d'équation du second degré, on utilise une approximation dans laquelle des hyperboles sont remplacées par leurs tangentes au point d'intersection avec les diagonales du pseudo-losange. Cette approximation linéaire simplifie considérablement le calcul de l'emplacement de la source puisqu'on a alors:

$$X = \left( \frac{\Delta t_{1,3}}{2} \right) \times (\text{vitesse du son dans le matériau})$$

$$Y = \left( \frac{\Delta t_{2,4}}{2} \right) \times (\text{vitesse du son dans le matériau});$$

X et Y sont les coordonnées approximatives de la source.

Dans le brevet n° EN 73 42829, on utilise un réseau bidimensionnel de capteurs placé sur la surface de l'objet dans lequel on veut localiser la source d'émission acoustique, la maille élémentaire étant, pour une partie au moins du réseau, un pseudo-losange, c'est-à-dire un quadrilatère dont les diagonales se coupent à angle droit; les capteurs sont situés sur les sommets dudit pseudo-losange et classés en deux groupes; on associe à chaque groupe de capteurs un compteur mesurant l'intervalle de temps séparant l'arrivée du signal acoustique sur deux capteurs faisant partie d'un même groupe et un autre compteur mesurant un intervalle de temps séparant

l'arrivée du signal acoustique sur deux capteurs appartenant à l'autre groupe. Un système logique permet d'aveugler tous les capteurs des mailles autres que celle comprenant la source d'émission, ceci pendant un certain temps.

5 Ce dernier dispositif, bien que d'un maniement simple et d'une réalisation peu coûteuse puisque ne nécessitant que deux compteurs, présente toutefois certains inconvénients. Le plus important est que tous les capteurs, autres que ceux constituant ladite maille, étant aveuglés par le signal reçu  
10 sur une maille donnée, on ne peut réaliser qu'une accumulation statistique restreinte d'emplacement de sources d'émission. Il peut arriver que plusieurs sources se manifestent à peu près simultanément en différents endroits de la structure et donc dans différentes mailles. Seule une de ces sources donnera  
15 lieu à des mesures. Pire encore, il pourra se faire qu'un bruit mécanique local inhibe complètement le système pendant une certaine durée. De plus, le temps nécessaire au calcul de l'adresse du point correspondant à une source d'émission et à l'incrémentation de la mémoire correspondante est de  
20 l'ordre de 250  $\mu$ s en micro-programmation. Le dispositif ne comprenant que deux compteurs et utilisant le procédé d'aveuglement des capteurs selon le brevet n° EN 73 42829, est plus approprié à la surveillance de structures qu'à la localisation de sources lors d'épreuves hydrauliques; en effet,  
25 dans les épreuves hydrauliques, il est nécessaire de détecter le maximum de signaux d'émission acoustique.

La présente invention a pour objet un dispositif de localisation de sources d'émission acoustique comprenant un réseau de capteurs permettant des mesures de position des  
30 sources d'émission simultanées sur chaque maille du réseau de capteurs.

Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif de localisation comprenant un réseau bidimensionnel de capteurs, placé sur la surface de l'objet dans lequel on

- veut localiser les sources d'émission acoustique, la maille élémentaire de ce réseau étant un pseudo-losange, c'est-à-dire un quadrilatère dont les diagonales se coupent à angle droit, les capteurs étant situés sur les sommets dudit pseudo-losange,
- 5 caractérisé en ce qu'il comprend pour chaque maille du réseau, associée aux quatres capteurs situés sur ses sommets:
- des moyens pour mesurer, à l'aide de deux horloges dont les bases de temps  $\Delta t$  et  $\Delta t'$  sont réglables, les intervalles de temps  $t$  et  $t'$  séparant les arrivées d'un signal acoustique
  - 10 sur les couples de capteurs situés aux extrémités opposées des diagonales d'une maille,
  - des moyens électroniques pour filtrer les signaux dont l'amplitude est inférieure à un seuil réglable,
  - des moyens pour faire correspondre, à chaque source
  - 15 émettant un signal acoustique dont les amplitudes sur les quatre capteurs de la maille où est située la source sont supérieures au seuil de détection, des intervalles de temps  $t$  et  $t'$ , séparant l'arrivée des signaux sur les deux couples de capteurs d'une maille, et incrémenter d'une unité la valeur du
  - 20 nombre emmagasiné sur un point mémoire d'un calculateur, ledit point mémoire étant associé à la zone de ladite maille entourant le point correspondant aux coordonnées  $n = \frac{t}{\Delta t}$  et  $n' = \frac{t'}{\Delta t'}$ ,
  - de moyens pour faire varier la base de temps  $\Delta t$  de chaque compteur associée à chaque diagonale d'une maille. Cette
  - 25 base de temps  $\Delta t$  est choisie selon la longueur de ladite diagonale et la capacité de la mémoire utilisable pour ladite maille.
- Ce dispositif permet d'enregistrer simultanément en mémoire les signaux provenant de sources d'émission acoustique situées dans toutes les mailles.
- 30 La maille du réseau est un pseudo-losange, c'est-à-dire un quadrilatère dont les diagonales se coupent à angle droit; comme cas particulier de ces quadrilatères, on a le losange et le carré. Dans certaines applications, il est avantageux de fermer le réseau de capteurs par des triangles. Dans ce cas,



les triangles sont considérés comme des limites des pseudo-losanges, dans lesquels on place trois capteurs sur les sommets du triangle et le quatrième sur la base de la hauteur menée à partir d'un sommet. Les diagonales du triangle sont alors

5 constituées par une hauteur et la base associée dudit triangle. A chaque diagonale d'une maille du réseau de capteurs on associe un compteur dont les bases de temps  $\Delta t$  et  $\Delta t'$  sont réglables; dans les systèmes de l'art antérieur, on utilisait une base de temps unique pour toutes les mailles, ce qui avait pour consé-

10 quence une facilité de réglage alliée à une simplification du système, mais on utilisait aussi un même pas élémentaire sur chaque diagonale, ce qui présentait l'inconvénient de ne pas utiliser au maximum la capacité de la mémoire du calculateur afférent à chaque maille. En effet, si on a M places en mémoire

15 par maille, il est possible de séparer chaque diagonale de façon à ce que  $\sqrt{M}$  valeurs de l'intervalle de temps élémentaire puisse être mesuré pour chaque diagonale. On fait varier la base de temps  $\Delta t$  de chaque compteur associée à chaque diagonale connaissant la capacité de la mémoire utilisable pour ladite maille

20 et la longueur de ladite diagonale.

Pour éliminer le bruit de fond, on filtre les signaux dont l'amplitude est inférieure à un seuil réglable. Cette discrimination a pour avantage supplémentaire que tous les signaux, provenant de sources acoustiques situées en dehors

25 de la maille ont un niveau énergétique trop faible lorsqu'ils arrivent dans cette maille pour être enregistrés par les capteurs. Ceci fait qu'avec un réglage convenable, on n'enregistre en moyenne pas plus d'un signal correspondant à une source donnée.

La mise en évidence d'une onde acoustique au sein

30 du matériau se fait à l'aide de capteurs piézoélectriques par exemple. Les capteurs piézoélectriques travaillent en transducteurs de l'énergie mécanique en énergie électrique; ils doivent être très sensibles. En effet, un calcul simple d'énergie montre que dans un alliage métallique constituant la paroi à

35 tester, l'accélération d'une dislocation conduit à la libération

d'une énergie de l'ordre de  $10^{-14}$  Joule, le déblocage d'un empilement de 1000 dislocations à une énergie de  $10^{-8}$  Joule et la rupture d'un grain de 0,1mm à une énergie de  $10^{-5}$  Joule.

La base de temps de chaque compteur associé à chaque diagonale d'une maille du réseau de capteurs est réglable. Pour ce faire, un oscillateur donne un signal répétitif de fréquence et de période données. La base de temps de l'horloge est déterminée en choisissant un  $\Delta t$  élémentaire, par un circuit électronique de type connu, multiple de la période de l'oscillateur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, on emmagasine dans un compteur C, pour chaque couple de capteurs A et B situés aux extrémités de la diagonale d'une maille, le double de la distance (mesurée en intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$ ) entre le capteur A origine et la source S d'émission acoustique.

Dans ce mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comprend:

- un compteur C dont l'état initial avant la mesure est le nombre N, mis sous forme binaire, d'intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$ , donné par :

$$N = \frac{AB}{V\Delta t}$$

où AB est la distance séparant les deux capteurs et V la vitesse de l'onde acoustique dans le matériau,

- un décrémenteur activé quand le capteur A est le capteur prioritaire, soustrayant, dans le compteur C, le nombre d'intervalles  $n$  du nombre N, le compteur indiquant après cette opération la valeur  $N-n$ ,

- un incrémenteur activé quand le capteur B est le capteur prioritaire, additionnant dans le compteur C au nombre N le nombre d'intervalles de temps  $n$ , le compteur indiquant la valeur  $N+n$  après cette opération.

Si le capteur A est le capteur prioritaire, pour connaître la position de la source S, il est nécessaire de diviser par deux la distance de A à B diminuée de la distance correspondant à l'intervalle de temps séparant la réception des signaux par les deux capteurs. Si le capteur A est le capteur prioritaire, c'est-à-dire le capteur recevant le premier l'onde acoustique provenant de la source S, on soustrait à l'aide d'un décrémenteur, la valeur de  $n = \frac{t}{\Delta t}$ , au nombre N inscrit au préalable sur le compteur C. Le nombre N est égal au temps mis par l'onde pour aller de A à B, temps facilement mesurable en utilisant le compteur A comme émetteur et le compteur B comme récepteur, divisé par l'intervalle de temps élémentaire  $\Delta t$ , choisi selon la zone de mémoire accessible.

En revanche, lorsque le capteur B est le capteur prioritaire, il s'agit d'ajouter sur le compteur N le nombre  $n = \frac{t}{\Delta t}$  d'intervalles de temps séparant la réception du même signal sur les deux capteurs.

A la suite de l'une ou l'autre de ces opérations, on a enregistré sur le compteur C le double de la distance mesurée en nombre d'intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$  entre la source S et le capteur A.

Selon l'invention, le dispositif comprend un registre relais R relié au compteur C avec un décalage de transfert de 1 bit, ce qui fait que le nombre en mémoire dans le registre R est égal à la distance (mesurée en intervalles de temps) entre le capteur A origine et la source S.

Grâce à ce registre relais R, on effectue, de manière extrêmement simple, à la fois le relais et la division par deux, ce qui fait que dans le registre relais R on obtient la distance entre le capteur A et la source S.

Selon une variante de l'invention, on emmagasine dans un compteur C pour chaque couple de capteurs A et B situés aux extrémités de la diagonale, la distance (mesurée en intervalles de temps élémentaires  $\Delta t$ ) entre le capteur A origine et la source S d'émission acoustique, à l'aide d'un dispositif comprenant:

- un compteur C dont l'état initial est le nombre  $N'$  mis sous forme binaire d'intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$  donné par :

$$N' = \frac{AB}{2V\Delta t}$$

5 où AB est la distance séparant les deux capteurs et V la vitesse des ondes acoustiques dans le matériau,

- un système électronique permettant de faire varier la base de temps  $\Delta t$ , telle que pendant la mesure du temps séparant les arrivées du signal acoustique sur les deux capteurs A et B, l'intervalle de temps élémentaire  $\Delta t''$  soit égal à deux  
10 fois l'intervalle de temps élémentaire  $\Delta t$  précédent,

- un décrémenteur activé quand le capteur A est le capteur prioritaire dont la fonction est de soustraire dans le compteur C du nombre N le nombre d'intervalles de temps  
15  $n = \frac{t}{\Delta t''}$ , le compteur indiquant après cette opération la valeur  $N - n$ ,

- un incrémenteur activé quand le capteur B est le capteur prioritaire, et additionnant dans le compteur C au nombre N le nombre d'intervalles de temps  $n = \frac{t}{\Delta t''}$ , le  
20 compteur indiquant alors après cette opération la valeur  $N+n$ .

Cette variante, par rapport au mode de réalisation précédent permet d'éviter le système relais diviseur puisque la division par deux est effectuée dès le départ sur le compteur C,  
25 en inscrivant initialement le nombre  $N' = \frac{N}{2}$ , et en multipliant par deux l'intervalle de temps élémentaire. Cette multiplication est obtenue en agissant sur la base de temps de l'horloge. Cette variation de la base de temps de l'horloge qui peut être obtenue automatiquement pour toutes  
30 les mesures est d'un maniement commode et pratique. La variante précédente de l'invention illustre l'avantage de

pouvoir ajuster la base de temps de l'horloge selon les applications que l'on veut réaliser.

Le dispositif selon l'invention comprend également des moyens électroniques logiques pour comparer chaque valeur du nombre  $n$ , à la valeur 0 et à la valeur  $N$ , et pour éliminer le signal si la valeur  $n$  n'est pas comprise dans l'intervalle  $[0, N]$  ( $n \notin [0, N]$ ).

Ce test a pour objet d'éliminer les signaux arrivant sur deux capteurs opposés et ne provenant pas d'une même source. Le test  $n \in [0, N]$ , s'il n'est pas suffisant pour s'assurer que les signaux viennent bien d'une même source, est nécessaire et de réalisation facile.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque capteur est suivi d'un discriminateur de seuil ne laissant passer que des signaux d'amplitude supérieure à une valeur donnée par avance; cette valeur est asservie à l'amplitude du bruit de fond moyen.

Le bruit de fond pouvant changer d'un capteur à l'autre et n'étant pas uniforme dans le temps, (échauffement de l'électro-nique, action mécanique variable telle que coup de pompe, fuite etc), il peut arriver que le seuil devienne trop faible et que l'on engendre des impulsions à partir du bruit de fond.

C'est pour éviter ce phénomène qu'a été développé le système d'asservissement du seuil sur la valeur moyenne du bruit de fond redressé. La valeur moyenne est obtenue par un circuit en parallèle passe-bas de constante de temps appropriée, de façon à ce que le système réagisse aux variations du bruit de fond sans affecter la mesure des salves d'émission acoustique qui ont un temps de montée bref et sont de courte durée.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comporte des moyens électroniques pour aveugler chaque capteur pendant un temps, égal à  $P$  périodes du signal acoustique enregistré par ledit capteur et compté à partir de l'instant où l'amplitude du signal acoustique passe au-dessous du seuil de discrimination. Le dispositif d'aveuglement

détermine le temps pendant lequel le compteur, après avoir été déclenché ne peut pas redémarrer une mesure. En raison des amplitudes fluctuantes des alternances d'une salve, il est souhaitable que le signal d'aveuglement ait une durée égale  
5 à plusieurs fois la période du train d'ondes: dans une réalisation de l'invention, ce nombre P a été fixé égal à 4.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, le dispositif comprend un organe de sélection à deux voies permettant de brancher le capteur au système  
10 d'enregistrement pour le fonctionnement en récepteur, et à un oscillateur d'excitation pour un fonctionnement en émetteur d'ondes acoustiques. En réception, le transducteur délivre des tensions très faibles inférieures au millivolt alors qu'en émission, il est nécessaire de l'exciter par des tensions  
15 élevées de l'ordre d'une centaine de volts, afin d'engendrer des ondes vibratoires d'amplitude appréciable. Pour éviter un démontage des préamplificateurs ou toute détérioration du système d'enregistrement par des tensions élevées, on utilise un bouton-poussoir maintenu par un ressort dans une position  
20 enregistrement, tel que décrit plus précisément dans la figure 3. En position émetteur, le préamplificateur est hors circuit et le relais électronique met en liaison le capteur et le générateur de tension élevée. Ce générateur peut être commun à tous les tiroirs d'alimentation. L'impulsion correspondant à la mise sous  
25 tension élevée du transducteur déclenche le module de temps correspondant au capteur excité; le signal correspondant à l'émission ultrasonique par ce capteur est recueilli par les capteurs voisins, ce qui permet de déterminer la distance entre ledit capteur et tous ses voisins.

30 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comprend, placé en série après chaque capteur, un préamplificateur dont le coefficient d'amplification diminue en fonction de l'amplitude du signal d'entrée; selon une variante de l'invention, le coefficient d'amplification diminue logarithmiquement en  
35 fonction de l'amplitude du signal d'entrée.

- A la sortie du transducteur, l'amplification doit être importante pour les signaux d'émission acoustique de faible niveau, en évitant par ailleurs toute saturation pour les signaux dus à des émissions de forte énergie. Ceci peut
- 5 se faire en utilisant un système de préamplification non plus proportionnel, mais logarithmique ou approchant, de telle sorte que lorsque l'amplitude des signaux croît à l'entrée du préamplificateur, le coefficient d'amplification diminue proportionnellement afin d'éviter la saturation.
- 10 Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, le dispositif comprend, disposé après les organes d'amplification de discrimination et de filtration des signaux provenant des capteurs A et B,
- un élément logique "ET" a dont les entrées sont
- 15 reliées à A et B réalisant  $\bar{A}\bar{B}$ , suivi d'un élément logique "ET" b dont une entrée est reliée à la sortie de "ET" a et l'autre entrée à un système donnant un signal positif quand le compteur C est à sa valeur initiale,
- une porte Pa dont la sortie est ouverte,
- 20 c'est-à-dire reliée au signal d'horloge quand la sortie de "ET" a a la valeur 1 et dont la sortie est fermée quand le produit AB est égal à 1,
- un décrémenteur D placé entre la sortie de la
- 25 porte Pa et l'entrée du compteur C,
- un élément logique "ET" c dont les entrées sont reliées à A et B réalisant  $\bar{A}\bar{B}$  suivi d'un élément logique "ET" d dont une entrée est reliée à la sortie de "ET" c et l'autre entrée à un système donnant un signal positif quand le compteur C
- 30 est à sa valeur initiale,
- une porte Pb dont la sortie est ouverte c'est-à-dire reliée au signal horloge quand la sortie de "ET" d a la valeur 1 et fermée quand AB égale 1,
- un élément logique "ET" e dont les entrées sont
- 35 reliées à A et B réalisant l'opération logique AB suivie d'un élément logique "ET" f dont les entrées sont reliées, à la

sortie de "ET"e, au système d'aveuglement et au système de transfert, du compteur C à registre relais, la sortie de l'élément "ET"f commandant la fermeture des portes Pa et Pb.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif en référence aux figures annexées sur lesquelles on a représenté:

- 10 - sur la figure 1, un réseau bidimensionnel de capteurs
- sur la figure 2, une maille comprenant quatre capteurs situés aux sommets d'un pseudo-losange,
- sur la figure 3, le système d'aiguillage permettant de faire fonctionner le capteur en émetteur ou en récepteur,
- sur la figure 4, le dispositif d'amplification et  
15 de discrimination des signaux provenant du capteur,
- sur la figure 5, le diagramme des signaux provenant de deux capteurs situés aux extrémités opposées d'une diagonale,
- sur la figure 6, le détail du calcul de la position d'une source par rapport à un capteur A,
- 20 - sur la figure 7, le schéma de fonctionnement de l'horloge permettant de réguler la base de temps élémentaire,
- sur la figure 8, le schéma logique du comptage de l'intervalle de temps séparant deux signaux provenant de deux capteurs A et B et le relais vers une mise en mémoire de l'intervalle de temps dans un ordinateur,
- 25 - sur la figure 9, le système de transfert entre un compteur et un registre relais avec un décalage de 1 bit.

Comme on l'a déjà indiqué, l'invention consiste à relever simultanément dans toutes les mailles du réseau, les  
30 intervalles de temps  $t$  et  $t'$ , correspondant à la différence des temps d'arrivée d'un signal sur deux capteurs opposés par une diagonale et provenant d'une source acoustique dans une maille considérée. A partir de ces deux différences de temps, on peut localiser la source, soit par une méthode approchée,  
35 c'est-à-dire en rapportant les coordonnées X et Y aux médiatrices des diagonales du pseudo-losange et en prenant pour coordonnées



de la source  $X = t/2 \times$  vitesse du son dans le matériau et  $Y = t'/2 \times$  vitesse du son dans le matériau, soit à résoudre le système d'équation du second degré permettant de connaître l'intersection de deux branches hyperboles de paramètre  $t$  et  $t'$ .

5 Sur la figure 1, on a représenté le schéma d'un réseau de capteurs dont la maille élémentaire a la forme d'un losange, les capteurs étant numérotés de 1 à 22 et situés au sommet des losanges. La configuration de la figure 1 permet de détecter les sources d'émission acoustique sur une surface  
10 plane, sur une surface cylindrique en réunissant les capteurs 5 et 9 et les capteurs 14 et 18 ou sur une surface cylindrique terminée par deux hémisphères en réunissant, les capteurs 5 et 9, 14 et 18, et également les capteurs 1, 2, 3, 4 ainsi que 19, 20, 21 et 22.

15 Sur la figure 2, on a représenté le cas le plus général d'une maille élémentaire constituée par un pseudo-losange, les capteurs étant disposés sur les sommets a, b, c, et d du pseudo-losange. Les capteurs situés sur les sommets a et c reçoivent des trains d'ondes successifs provenant d'une source  $S$  à un  
20 intervalle de temps  $t$ . Le capteur sis sur le sommet a étant attaqué le premier, ceci indique que la source se trouve sur la branche d'hyperbole 24. A l'aide de la différence de temps  $t'$  le capteur prioritaire étant dans ce cas le capteur situé sur le sommet b, on détermine que la source est située sur la branche  
25 d'hyperbole 26. On voit que l'approximation consistant à remplacer les branches d'hyperbole 24 et 26 par leur tangente au sommet au point d'intersection avec les diagonales du pseudo-losange revient à localiser la source non pas en  $S$  mais en  $S'$  comme représenté sur la figure 2. La position  $S'$  de la source est  
30 définie par les coordonnées  $X$  et  $Y$ , les axes étant les médiatrices des diagonales  $ac$  et  $bd$ .

On voit clairement sur cette figure, que lorsque le point a se rapproche du a' d'intersection des deux diagonales pour se confondre avec a', le pseudo-losange se transforme  
35 en triangle et que le même principe de détection et de localisation de la source d'émission peut être utilisé.

Sur la figure 3, on a représenté le système de branchement permettant de faire fonctionner le capteur 28 soit en émetteur soit en récepteur. Dans la position du bouton-poussoir 30, telle que représentée sur la figure 3, le capteur fonctionne en récepteur et les bornes 32 et 34 sont reliées entre elles, de sorte que le signal reçu par le transducteur 28 est préamplifié dans le préamplificateur 36. Lorsque le bouton-poussoir est enfoncé, la borne 35 est mise en relation par les bornes 40 et 42 avec la haute tension (de l'ordre d'une centaine de Volts), et reliée à la borne 32 du transducteur 28. Le système de commutation peut être de même que le préamplificateur 36 englobé dans un bloc opérationnel désigné par le triangle 46.

Sur la figure 4, on a représenté la chaîne de mesure suivant chaque transducteur 28 comprenant un préamplificateur 46, suivi d'un amplificateur et d'un filtre passe-haut dans le bloc 48 et d'un discriminateur en 50 dont le seuil est réglé par une entrée représentée schématiquement par la flèche 52. Les câbles séparant le préamplificateur 46 de l'amplificateur et du filtre passe-haut peuvent avoir une centaine de mètres. Dans une variante de l'invention, on utilise un discriminateur à seuil asservi dans lequel le seuil d'asservissement introduit par la flèche 54 est fonction de la valeur moyenne du bruit de fond redressé. La valeur moyenne est obtenue par un circuit 56 passe-bas de constante de temps appropriée de façon à ce que le système réagisse aux variations du bruit de fond sans affecter les salves d'émission acoustique qui ont un temps de montée bref. Le redresseur d'alternance est représenté en 58 et on place avant un amplificateur 60 dont le gain varie entre 1,5 et 2.

Sur la figure 5, on a représenté les deux signaux A et B correspondant aux signaux délivrés par les organes tels que 50; l'arrivée du signal est différée sur B par un intervalle de temps  $t$ . Le signal acoustique arrivant sur le détecteur A dépasse le seuil de discrimination en 62, ce qui fait que le signal retenu après le discriminateur a une amplitude constante qui dure jusqu'au temps 64 où le signal acoustique de période approximative  $T$  passe au-dessous du seuil. Le capteur reste aveuglé pendant le temps  $4T$  après que le signal soit descendu

au-dessous de la valeur du seuil. Ce retard à l'aveuglement est obtenu par un dispositif électronique de type classique à bistable ou autre, ce qui fait que le temps durant lequel le capteur A n'est pas accessible à la mesure d'une nouvelle émission acoustique est mesuré par la distance entre 62 et 66.

La durée du signal correspondant au capteur B, sur lequel le signal arrive différé par le temps  $t$  est représentée par la courbe 68.

Sur la figure 6, on a représenté le schéma du calcul de la position de la source, ou plutôt de la projection de la source sur la diagonale reliant les capteurs A et B. Si la distance entre les capteurs A et B, mesurée en intervalle de temps, est N et si l'intervalle de temps séparant l'arrivée du signal entre les capteurs A et B mesurés en intervalle de temps  $\Delta t$  et  $n$  ( $n = t/\Delta t$ ) la projection de la source S sur la diagonale AB est située à une distance de A égale à  $\frac{N-n}{2}$  comme indiqué sur la figure.

Sur la figure 7, on a représenté en 70 le système d'horloge permettant à partir de signaux de période donnée telles que 72 d'engendrer en sortie du bloc 70 des signaux récurrents 74 dont la période  $\Delta t$  est multiple de la période des tops formant le signal 72. Selon l'invention, la durée du signal  $\Delta t$  est réglable.

Sur la figure 8, on a représenté le schéma électronique permettant d'aiguiller les signaux provenant des capteurs A et B vers un compteur et finalement sur la zone mémoire d'un ordinateur. Les branchements désignés par A et B sont reliés à l'électronique suivant les capteurs situés sur des extrémités opposées d'une diagonale d'une maille du réseau. Un schéma électronique tel que celui représenté sur la figure 8 existe pour chaque couple de capteurs situés aux sommets opposés d'une maille du réseau de capteurs. La porte "ET" a réalise l'opération  $\overline{AB}$  et l'entrée 76 de la porte "ET" b est reliée avec un organe du compteur C indiquant que celui-ci a été remis aux conditions initiales. En logique positive, si les entrées de l'élément "ET" b sont égales à 1, le signal de sortie est égal à 1 et la porte Pa est ouverte. La porte Pa est reliée à l'organe 70 délivrant des tops d'horloge;

- ces tops d'horloge pendant le temps durant lequel la porte Pa est ouverte, sont additionnés et comparés dans l'élément 80 aux nombres d'intervalles de temps correspondant à la distance entre les deux capteurs A et B. Si ce nombre de tops est compris
- 5 entre 0 et N un décrémenteur envoie ce nombre de tops dans le compteur C. Un système symétrique fonctionne dans le cas où le capteur B est le capteur prioritaire avec les portes "ET" c, "ET" d, "ET" b, mais dans ce cas, le nombre de tops d'horloge est incrémenté avant d'être additionné à la valeur indiquée sur le compteur
- 10 C. Les portes 82 et 84 effectuent la remise à zéro du compteur et la remise aux conditions initiales du compteur. Ces deux opérations sont effectuées dans l'ordre après que le signal enregistré sur le compteur C soit passé dans l'organe relais R. Ce n'est qu'après que ce relais ait été effectué que la commande
- 15 symbolisée par la flèche 86 peut commander les organes de remise à zéro 82 et de remise aux conditions initiales 84 du capteur. Le transfert est ensuite effectué du registre R à la zone de mémoire correspondante M dans la mémoire 85. Les portes Pa et Pb sont fermées par les connexions 88 et 90 provenant de la porte "ET" f. La porte
- 20 "ET" e a une sortie qui vaut 1 lorsque les deux capteurs A et B sont excités. Ceci signifie que le signal acoustique a atteint les deux capteurs et qu'il faut cesser le comptage du temps. L'entrée 92 de l'élément "ET" f est reliée au système d'aveuglement des capteurs et vaut 1 lorsqu'aucun des deux n'est aveuglé,
- 25 et l'entrée 94 au signal indiquant que le transfert du compteur C au registre R a bien été effectué. Si toutes ces entrées ont la valeur 1 (en logique positive) le signal unité de sortie ferme les portes Pa et Pb.

- Sur la figure 9, on a représenté le système de trans-
- 30 fert de signaux dans l'une des variantes de l'invention où on couple le compteur C à un registre relais R pour diviser par 2 la valeur indiquée sur le compteur C. La cotation binaire du nombre enregistré dans le compteur C est emmagasinée dans les cases telles que 100 du compteur C. Les valeurs de ces cases sont
- 35 transférées dans le registre R dans des cases de niveau inférieur à 1, ce qui effectue automatiquement la division par 2.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de localisation comprenant un réseau bidimensionnel de capteurs, placé sur la surface de l'objet dans lequel on veut localiser des sources d'émission acoustique, la maille élémentaire de ce réseau étant un pseudo-losange c'est-à-dire un quadrilatère dont les diagonales se coupent à angle droit, les capteurs étant situés sur les sommets dudit pseudo-losange, caractérisé en ce qu'il comprend pour chaque maille du réseau associée aux quatre capteurs situés sur ses sommets:

- des moyens pour mesurer à l'aide de deux compteurs dont les bases de temps  $\Delta t$  et  $\Delta t'$  sont réglables, les intervalles de temps  $t$  et  $t'$  séparant les arrivées d'un signal acoustique sur les couples de capteurs situés aux extrémités opposées des diagonales d'une maille,

- des moyens électroniques pour filtrer les signaux dont l'amplitude est inférieure à un seuil réglable,

- des moyens pour faire correspondre à chaque source émettant un signal acoustique dont les amplitudes, sur les 4 capteurs de la maille où est située la source, sont supérieures au seuil de détection, des intervalles de temps  $\underline{t}$  et  $t'$  séparant l'arrivée des signaux sur les deux couples de capteurs d'une maille, et incrémenter d'une unité la valeur du nombre emmagasiné sur un point mémoire d'un calculateur, ledit point mémoire étant associé à la zone de ladite maille entourant le point correspondant aux coordonnées  $n = t/\Delta t$  et  $n' = t'/\Delta t'$ ,

- des moyens pour faire varier la base de temps  $\Delta t$  de chaque horloge associée à chaque diagonale d'une maille, ce qui permet d'enregistrer simultanément en mémoire les signaux provenant de sources d'émission acoustique situées dans toutes les mailles.

2. Dispositif selon la revendication 1, par lequel on emmagasine dans un compteur C pour chaque couple de capteurs A et B situés aux extrémités de la diagonale d'une maille, le double de la distance (mesurée en intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$ ) entre le capteur A origine et la source S d'émission acoustique caractérisé en ce qu'il comprend:

- un compteur C dont l'état initial avant la mesure est le nombre N mis sous forme binaire d'intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$  donné par:

$$N = \frac{AB}{V\Delta t}$$

5 où AB est la distance séparant les deux capteurs et V la vitesse de l'onde acoustique dans le matériau,

- un décrémenteur activé quand le capteur A est le capteur prioritaire, soustrayant, dans le compteur C, du nombre N, le nombre d'intervalles  $\underline{n}$ , le compteur indiquant après  
10 cette opération la valeur N-n,

- un incrémenteur activé quand le capteur B est le capteur prioritaire, additionnant, dans le compteur C au nombre N, le nombre d'intervalles de temps  $\underline{n}$ , le compteur indiquant la valeur N+n après cette opération.

15 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend un registre relais R relié au compteur C avec un décalage de transfert de 1 bit, ce qui fait que le nombre en mémoire dans le registre R est égal à la distance (mesurée en intervalles de temps) entre le capteur A origine  
20 et la source S.

4. Dispositif selon la revendication 1 par lequel on emmagasine pour chaque couple de capteurs A et B situés aux extrémités de la diagonale d'une maille, dans un compteur C la distance (mesurée en intervalles de temps élémentaire  $\Delta t$ ) entre le capteur A origine et la source S d'émission acoustique,  
25 caractérisé en ce qu'il comprend:

- un compteur C dont l'état initial est le nombre N' mis sous forme binaire d'intervalle de temps élémentaire  $\Delta t$  donné par:

$$N' = \frac{AB}{2V\Delta t}$$

30 où AB est la distance séparant les deux capteurs et V la vitesse de l'onde acoustique dans le matériau,

- un système électronique permettant de faire varier la base de temps  $\Delta t$ , tel que pendant la mesure du temps séparant l'arrivée du signal acoustique sur les capteurs A et B, l'intervalle de temps élémentaire  $\Delta t''$  soit égal à deux fois l'intervalle  
35 de temps élémentaire  $\Delta t$  précédent,

- un décrémenteur activé quand le capteur A et le capteur prioritaire dont la fonction est de soustraire dans le compteur C, du nombre N, le nombre d'intervalles de temps  $n = \frac{t}{\Delta t}$ , le compteur indiquant après cette opération la valeur N-n,
- un incrémenteur activé quand le capteur B est le capteur prioritaire, et additionnant dans le compteur C au nombre N le nombre d'intervalles de temps  $n = \frac{t}{\Delta t}$ , le compteur indiquant alors après cette opération la valeur N+n.
- 5 10 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens électroniques logiques pour comparer chaque valeur du nombre  $n$  à la valeur 0 et à la valeur N et pour éliminer le signal si la valeur  $n$  n'est pas comprise dans l'intervalle 0, N ( $n \in [0, N]$ ).
- 15 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chaque capteur est suivi d'un discriminateur de seuil ne laissant passer que des signaux d'amplitude supérieure à un seuil donné fixé par avance, ledit seuil étant asservi à l'amplitude du bruit de fond moyen.
- 20 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens électroniques pour aveugler chaque capteur pendant un temps, sensiblement égal à P périodes du signal acoustique enregistré par ledit capteur et compté à partir de l'instant où l'amplitude du signal
- 25 acoustique passe au-dessous du seuil de discrimination.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend un organe de sélection à deux voies permettant de brancher le capteur au système d'enregistrement pour le fonctionnement en récepteur et à un oscillateur d'excitation pour un fonctionnement en émetteur d'ondes
- 30 acoustiques.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend placé en série après chaque capteur, un préamplificateur dont le coefficient d'amplification diminue en fonction de l'amplitude du signal d'entrée.
- 35 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend, placé en série après chaque capteur, un préamplificateur dont le coefficient d'amplification diminue

logarithmiquement en fonction de l'amplitude du signal d'entrée.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, disposé après les organes d'amplification, de discrimination, et de filtration des signaux provenant des capteurs A et B, caractérisé en ce qu'il comprend:

- 5       - un élément logique "ETa" dont les entrées sont reliées à A et B, réalisant  $\overline{AB}$ , suivi d'un élément logique "ET"b dont une entrée est reliée à la sortie de "ET"a et l'autre entrée à un système donnant un signal positif quand le compteur C est à sa valeur initiale,
- 10       - une porte Pa dont la sortie est ouverte, c'est-à-dire reliée au signal d'horloge quand la sortie de "ET"a a la valeur 1, et dont la sortie est fermée quand  $AB = 1$ ,
- un décrémenteur D placé entre la sortie de la porte
- 15 Pa et l'entrée du compteur C,
- un élément logique "ET"c dont les entrées sont reliées à A et B, réalisant  $\overline{AB}$  suivi d'un élément logique "ET"d dont une entrée est reliée à la sortie de "ET"c et l'autre à un système donnant un signal positif quand le compteur C est à sa
- 20 valeur initiale,
- une porte Pb dont la sortie est ouverte, c'est-à-dire reliée au signal d'horloge quand la sortie de "ET"d a la valeur 1 et fermée quand  $AB = 1$ ,
- un incrémenteur I placé entre la sortie de la porte
- 25 Pb et l'entrée du compteur C,
- un élément logique "ET"e dont les entrées sont reliées à A et B réalisant l'opération logique  $AB$  suivi d'une porte "ET"f dont les entrées sont reliées à la sortie de "ET"e, au système d'aveuglement, et au système de transfert du compteur
- 30 C à un registre relais, la sortie de la porte "ET"f commandant la fermeture des portes Pa et Pb.



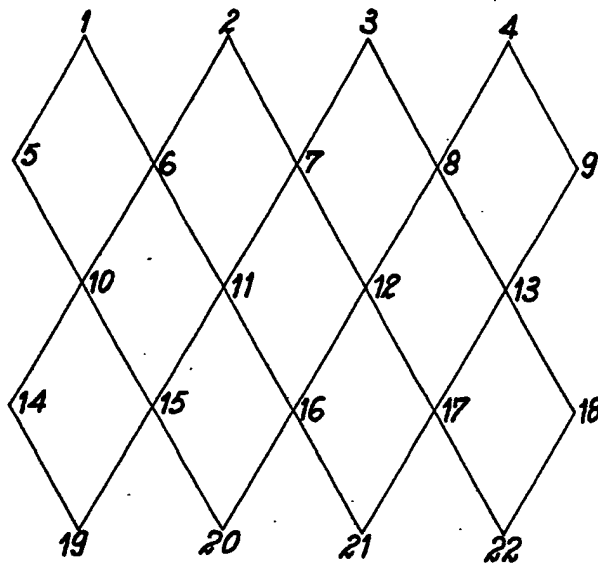


FIG. 1

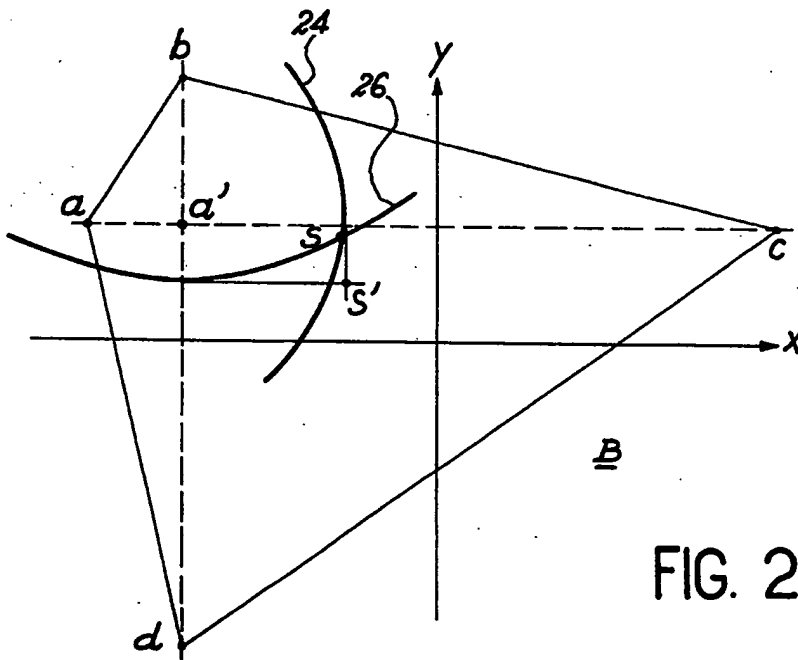


FIG. 2

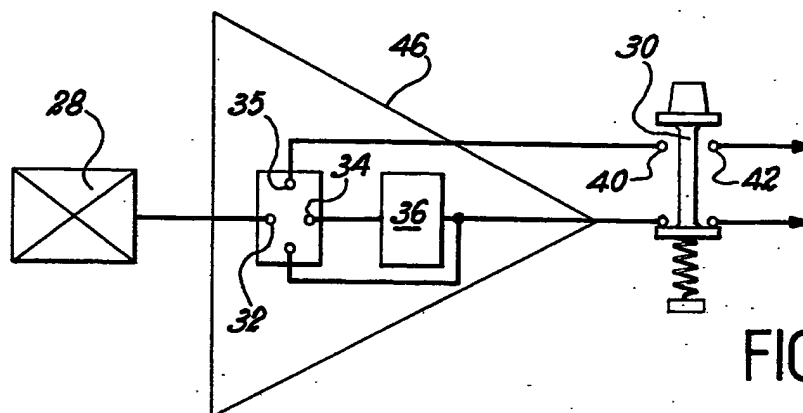


FIG. 3

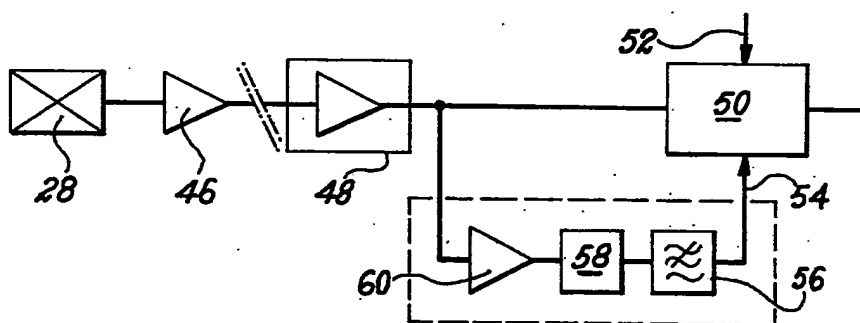


FIG. 4

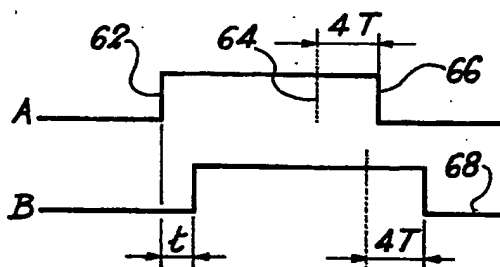


FIG. 5

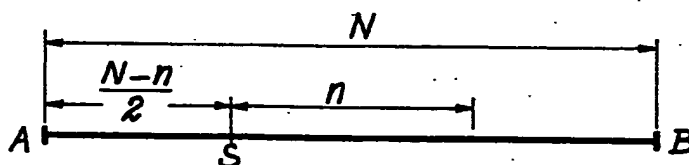


FIG. 6

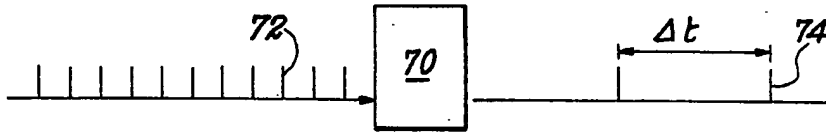


FIG. 7

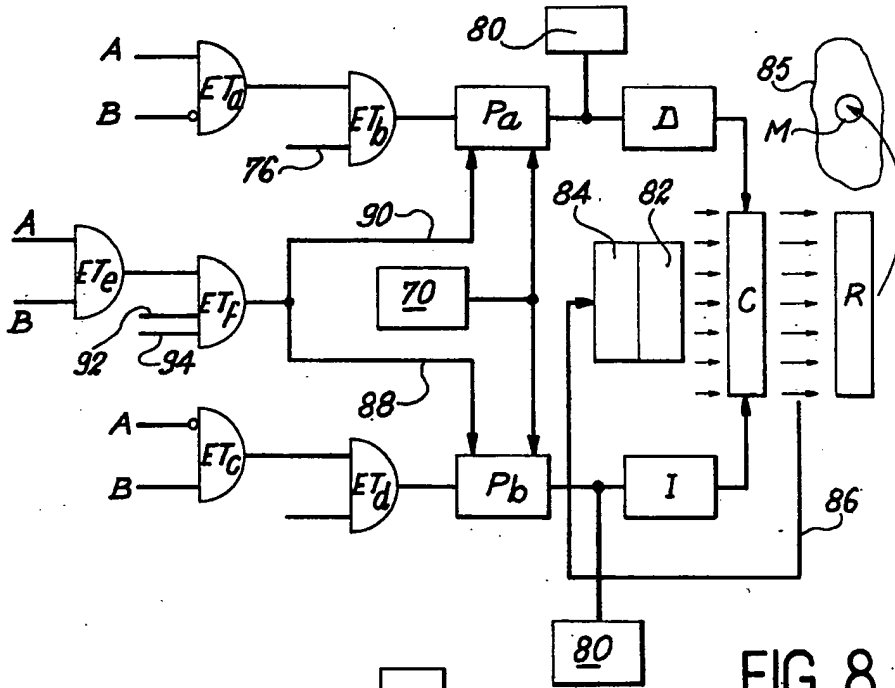


FIG. 8

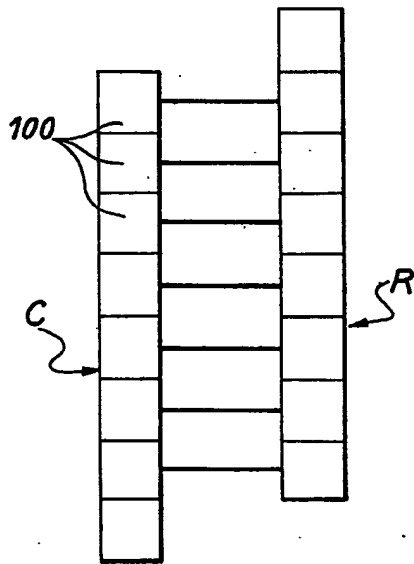


FIG. 9